Caldasia 23(2): 549-557

LAS CARGAS POLÍNICAS EN LAS MARIPOSAS (LEPIDOPTERA: ROPHALOCERA) DE LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO ROBLE-QUINDÍO-COLOMBIA

Diego Tobar-L.
Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. dtobar@tutopia.com

J. Orlando Rangel-Ch.
Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 7495, Bogotá, Colombia. jerangel@ciencias.unal.edu.co

M. Gonzalo Andrade-C.
Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 7495, Bogotá, Colombia. mgandrad@ciencias.unal.edu.co

RESUMEN

En 335 cargas de polen provenientes de las proboscides y de los ojos de las mariposas diurnas que frecuentan los pastizales y los interiores de bosque en la parte alta de la cuenca del Río Roble (Quindío-Colombia), se identificaron 31 granos de polen. Las plantas más visitadas por las mariposas pertenecen a los géneros *Psychotria* (Rubiaceae), *Tournefortia* (Boraginaceae), *Gurania* (Cucurbitaceae), *Dicliptera* (Acanthaceae) y a *Erato vulcanica* (Asteraceae). Se diferenciaron especies de mariposas generalistas entre las cuales figuran *Heliconius clysonymus, Dione juno, Elzunia humboldtii* y especialistas como *Dismorphia crisia* y *Phoebis rurina*, entre otras. Las mariposas que visitaron el mayor número de plantas fueron *Heliconius clysonimus, Oleria cadcana* y *Godyris quinta.*

Palabras clave. Polinización, Análisis polínico, Mariposas, Quindío, Colombia.

ABSTRACT

On 335 pollen samples collected from proboscis and eyes of butterflies from the headquarters of the Río Roble at the departament of Quindío (Colombia), 31 pollen grains were identified. The most visited plants by butterflies belonging to species of *Psychotria* (Rubiaceae), *Tournefortia* (Boraginaceae), *Gurania* (Cucurbitaceae), *Dicliptera* (Acanthaceae), and *Erato vulcanica* (Asteraceae). According to the relation between plants and butterflies two groups were differentiated: generalist as *Heliconius clysonimus, Dione juno, Elzunia humboldtii* and specialist as *Dismorphia crissia* and *Phoebis rurina.* Butterflies with the higher numbers of plants visited were *Heliconius clysonimus, Oleria cadcana,* and *Godyris quinta.*

Key words. Pollination, Pollen analysis, butterflies, Quindío, Colombia.

INTRODUCCIÓN

La flor y la percepción sensorial de los polinizadores están estrechamente relacionadas, como consecuencia de una coevolución paralela que ha transformado a grupos de insectos en mecanismos especializados de transferencia de polen, facilitando el cruce polínico a nivel local (Fiedrich 1991). Las diversas formas de las flores (disco, bolas, conos, labios, cabezuela), el color de sus pétalos, la producción de polen y la formación de nectarios favorece la atracción de grupos de insectos visitantes o vectores de polinización (Weberling 1989). Uno de los grupos de importancia como vectores de polinización es Lepidoptera (mariposas y polillas), cuyos representantes presentan adaptaciones especiales para transportar las cargas polínicas en ojos y en la proboscide (Feinsinger 1987, DeVries 1997).

Las flores polinizadas por las mariposas diurnas presentan corolas largas y bases estrechas que conducen al nectario; las mariposas que las visitan tienen una proboscide larga entre 10 y 20 mm de longitud, e incluyen especies de varios grupos de Nymphalidae, Papilionidae y Pieridae. Las flores con tubos corolinos cortos son visitadas por mariposas con proboscide menor a 10 mm de longitud, grupo donde se incluyen a especies de Pierinae, Lycaenidae y Riodinidae. Los colores de las flores visitadas por las mariposas diurnas son amarillas, azules, púrpuras, rosadas o escarlatas y emiten olores fragantes y dulces cuya función es atraerlas, particularidad que se conoce como síndrome de Psychophilae (Weberling 1989).

En esta contribución se presentan los resultados del análisis palinológico de las cargas que portaban las mariposas que constituyen la base para relacionar la importancia de las mismas como medios de transporte y de las plantas como fuentes de recursos primarios en la parte alta de la cuenca del Río Roble (Quindío-Colombia). Otros aspectos relacionados con la diversidad, abundancia y riqueza de las mariposas según estacionalidad climática serán tratados en una publicación posterior.

ÁREA DE ESTUDIO

La parte alta de la cuenca del Río Roble está ubicada en la cordillera Central entre los 1700-2000 m, comprende desde el nacimiento del río en los municipios de Circasia y Filandia, en la vereda El Roble, hasta la vereda Membrillal en el departamento del Quindío. La mayor parte de la cuenca se encuentra cubierta por pequeños fragmentos de bosque con diferentes grados de perturbación debido a la extracción de árboles maderables de gran grosor y de bejucos para la utilización en artesanías de la región. La precipitación anual de la zona tomando como base los registros de la estación meteorológica de Bremen (2000 m) es 2700 mm, con un promedio mensual de 239.3 mm; el régimen de distribución de la lluvia es bimodal-tetraestacional, la primera época de concentración de lluvias va de marzo a mayo y la segunda con mayor valor va de septiembre a noviembre. La temperatura media anual es 18 °C (15-21 °C).

METODOLOGÍA

En la fase de muestreo de 4 meses de duración (abril-julio de 1999) se realizaron 4 salidas de campo de 17 días/mes que cubrieron meses representativos de las dos épocas climáticas que se diferencian en el macroclima de la región (Tobar-L. 2000). La fase de análisis de resultados (cerca de 7 meses) se realizó en Bogotá.

A las mariposas (en la mayoría de los casos se trató de capturar al menos 5 individuos de cada especie de mariposa) se les tomó la carga de polen en proboscide y ojos mediante el uso de trozos pequeños de gelatina (5 g gelatina, 20 ml agua destilada, 25 ml glicerina y 0.2 g de fenol; Thomas, 1988). Las láminas respectivas (sin acetolizar) fueron selladas con esmalte transparente. Se colectaron muestras de flores de las plantas y de especimenes de herbario con el fin de hacer una colección de referencia.

Los preparados palinológicos se examinaron en el laboratorio de palinología del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. En la identificación de los granos se utilizaron atlas palinológicos (Hooghiemstra 1984, Roubik & Moreno 1991), la colección de campo-referencia y la palinoteca del ICN. La cuantificación de los granos de polen se realizó en toda la lámina; los granos que no se lograron identificar se consideraron como tipos.

PARÁMETROS ANALIZADOS

Con el fin de detectar relaciones ecológicas entre las plantas y las mariposas diurnas que las visitaron se estimaron la frecuencia y el valor de importancia de las plantas y la amplitud del nicho trófico:

Frecuencia relativa. Se estimó para cada género o morfoespecie polínica que se identificó; su fórmula es: **Fi =ni/n*100,** donde: ni = Número de muestras (láminas) donde aparece la especie i; n = Número total de láminas analizadas con polen.

Índice de Valor de Importancia de las Plantas (IVIP). Permite establecer la importancia de las plantas (Amaya 1991),como fuente de néctar y/o polen para la comunidad de animales (colibríes, mariposas). En nuestro estudio su aplicación permitió diferenciar el grupo de plantas que más utiliza una determinada especie de mariposa. Recientemente Amaya *et al.* (2001) modificaron la fórmula inicial, sin embargo en este trabajo no se utilizó la nueva propuesta debido a que tiene en cuenta el número de individuos de cada especie de mariposa que se alimenta del i recurso floral y el número de individuos de cada especie de mariposa en este estudio varió bastante. Por lo tanto el proceder que se aplicó es:

$$P_{ix} = \frac{\text{Frecuencia del registro de la especie i por la especie x de mariposa}}{\text{Total de recursos utilizados por la mariposa x}}$$

El IVIP suma el uso de (Pix) que cada especie hace sobre el recurso i

IVIP = ((Px + Py+...+Pn)

Donde : **IVIP** = Índice de Valor de Importancia del recurso floral i para la comunidad.
P = Grado de explotación del recurso floral i por parte de la especie x de mariposa

Amplitud del nicho trófico. Se tomaron en cuenta los granos de polen más abundantes (n >10) en cada una de las muestras; la presencia de la carga polínica en la probóscide y en los ojos de la mariposas se tomó como un indicativo de visita por parte del individuo a la flor, en busca de néctar y/o polen. Se utilizó el índice de amplitud de Nicho de Levin (Bi); el cual está basado en el índice de diversidad de Simpson (l) y su fórmula es:

$$B_i = \frac{1}{\sum_{j}^{r}(P_{ij}^{2})}$$

Donde: P_{ij} = Frecuencia de utilización del recurso i por la especie x de mariposa

Con los resultados se estableció el grado de preferencia por el recurso alimenticio (N), a partir de la frecuencia de utilización por cada especie de mariposa. El índice toma valores de **B=1** cuando sólo utiliza un solo recurso, cuando **B < 1** el organismo muestra preferencia por algún recurso; si **B > 1** o cercano al valor de N, se habla de organismos generalistas (Ludwing & Reynolds 1988).

RESULTADOS

De 335 muestras analizadas palinológicamente, solamente en 112 (33.5%) había granos, de los cuales se reconocieron 31 tipos palinológicos (diferentes categorías taxonómicas). En 54 especies de mariposas, que corresponden al 24.8% de las 205 especies registradas en la parte alta de la cuenca del Río Roble, se cuantificaron 13418 granos de polen. El número de individuos que portaban polen vario significativamente, así por ejemplo en *Heliconius chlysonimus* se capturaron 101 individuos, pero solamente en 20 se encontraron cargas; en *H. cydno* de 28 individuos capturados solamente en 4 había granos de polen, en *Eurytides columbus* de 22 individuos examinados, 2 tenían cargas polínicas (Tobar *et al.* en preparación). (Tablas 1-3).

Importancia de las plantas visitadas por mariposas. Los granos de polen (31) encontrados y sus valores de frecuencia en las láminas analizadas, corresponden a: *Psychotria* sp. (Rubiaceae) 9.55%; *Impatiens balsamina* (Balsaminaceae) y *Baccharis* sp. (Asteraceae) 7.04%; *Podocarpus-Pinus* sp. y *Tournefortia* sp. (Boraginaceae) 6.03%; Myrtaceae, *Bidens* aff. *pilosa* (Asteraceae), Melastomataceae 5.03%; *Gurania* sp. (Cucurbitaceae) 4.52%; *Dicliptera* sp. (Acanthaceae) y *Erato vulcanica* (Asteraceae) 4.02%; *Taraxacum officinale* (Asteraceae), *Solanum nigrum* (Solanaceae), *Inga* sp. (Mimosaceae), *Lantana camara* (Verbanaceae) 3.52%; *Sida poeppigiana, Pavonia* sp. (Malvaceae), tipo Rubiaceae 2.51%; *Clibadium asperum* (Asteraceae), Poaceae, *Cuphea* sp. (Lythraceae), *Salvia* sp. (Lamiaceae), *Lycium*

Tabla 1. Valores de atributos en las mariposas que portaban granos de polen (G) número total de granos en cada especie de mariposa; (N) número de individuos con cargas polínicas; (X) valor promedio de granos en cada individuo; (R) número de recursos visitados.

Especies	G	N	X	R	Especies	G	N	X	R
Actinote anteas	5	1	5	1	*Ithomia hymentya*	69	1	69	2
Actinote guatemalena	119	1	119	2	*Ithomia iphianassa*	105	3	35	6
Actinote ozoneme	30	1	30	5	*Ithomia oenanthe*	70	2	35	3
Catasticta flisa	15	1	15	3	*Leodonta zenobina*	12	2	6	2
Catasticta notha	19	1	19	2	*Leptophobia caesia*	18	2	9	4
Catasticta tatae	69	1	69	3	*Leptophobia tovaria*	222	6	37	10
Danaus plexippus	84	1	84	4	*Leptotes* sp.	5	1	5	3
Dione juno	86	1	86	5	*Lienix nemesis*	29	1	29	6
Dismorphia medora	33	1	33	5	*Mesosemia metuana*	5	1	5	1
Dismorphia crisia	48	1	48	1	*Necyria incendiaria*	31	2	15.5	2
Dismorphia foedora	15	1	15	1	*Noraena* sp.	1	1	1	1
Dismorphia lewyi	26	1	26	1	*Oleria cadcana*	400	7	57.14	12
Dismorphia zanthoe	7	1	7	1	*Oleria phemonoë*	85	1	85	1
Elzunia humboldtii	576	6	96	8	*Patricia dercyllidas*	3	2	1.5	2
Eueides edias	31	1	31	5	*Phantiades paphlagon*	16	1	16	4
Eueides procula	21	2	10.5	5	*Phoebis rurina*	1133	6	188.83	6
Eurema xantochlora	35	1	35	5	*Pseudopieris nehemia*	10	1	10	1
Eurytides columbus	350	2	175	3	*Pteronima* aff *medellina*	29	1	29	3
Godyris quinta	289	3	96.33	7	*Pteronima thabaena*	199	2	99.5	5
Heliconius clysonimus	7446	20	372.3	22	*Pteronimia* sp. 1	7	1	7	3
Heliconius cydno	694	4	173.5	6	*Pteronimia* sp. 2	294	2	147	3
Heliconius charitonia	213	1	213	6	*Pterourus cleotas*	25	1	25	2
Hymenintis libethris	4	1	4	1	*Pyrrhogyra edocla*	3	2	1.5	2
Hypanartia dione	31	1	31	2	*Tegosa anieta*	3	2	1.5	1
Hypanartia lethe	166	1	166	1	*Tithorea tarricina*	165	2	82.5	2
Ithomia epona	40	1	40	3	*Vanessa virginensis*	27	2	13.5	3
					Total general	**13418**	**112**	**3011.11**	**198**

sp. (Solanaceae), *Verbena* sp. (Verbenaceae) 1.51%; Cyperaceae, *Desmodium* sp. (Fabaceae), *Borreria* sp. (Rubiaceae) y *Vernonia* sp. (Asteraceae) 1.01%; *Viburnum* sp. (Caprifoliaceae), *Daucus* sp. (Apiaceae) y *Pilea* sp. (Urticaceae) 0.50%. En la Tabla 1 se consignan los datos del número total de granos registrados en las especies de mariposas y el número de individuos con cargas polínicas y el valor promedio de granos que portaba cada individuo de determinada especie de mariposa, variables que no se comparan debido a la variación del tamaño de la muestra en cada especie de mariposa.

Mariposas que visitan el mayor número de plantas. Las mariposas que visitaron la mayor cantidad de plantas en el área de estudio (Tabla 1; Anexo 1) fueron: A. *Heliconius clysonimus* (23 plantas) y entre las más importantes según el número de granos que portaban los individuos figuraban: *Impatiens blasamina*, *Psychotria* sp., tipo Rubiaceae y *Erato vulcanica*. B. *Oleria cadcana (*12) entre las cuales las más importantes fueron *Lycium* sp., y *Taraxacum officinale*. C. *Leptophobia tovaria* (10) su recurso más importante fue *Lycium* sp. D. *Elzunia humboldtii* (8), sus recursos más importantes fueron especies de *Lycium*, *Vernonia* y *Pilea*. E. *Godyris quinta* (7), las plantas más importantes fueron *Vernonia* sp., y *Pilea* sp.

Índice de valor de importancia (IVIP). El grupo de las plantas más importante para la comunidad de mariposas se muestra en la Tabla 2. Los valores más altos se encontraron en *Impatiens balsamina* y en especies de *Tournefortia*, *Psychotria*, *Baccharis*, *Gurania* y *Dicliptera*.

En un segundo grupo aparecen *Bidens pilosa*, *Pavonia* sp., *Salvia* sp., *Podocarpus-Pinus* sp., Myrtaceae, *Erato vulcanica* y *Lantana camara*. Otros valores del índice de valor de importancia se observan en la tabla 2.

Amplitud del nicho trófico. Se diferenciaron dos grupos de mariposas de acuerdo con los valores del índice de Levin (Tabla 3): generalistas, incluyen entre otras a *Heliconius clysonimus, Ithomia iphinassa, Dione juno, Elzunia humboldtii, Necyría incendiaria, Danaus plexippus, Dione juno, Danaus plexippus, Elzunia humboldtii* y *Eurema xantochlora.*
En el grupo de especialistas se encuentran *Actinote ozoneme, Catasticta flisa, C. notha, Dismorphia crissia, D. lewyii, Ithomia epona* y *Vanessa virginensis*.

Tabla 2. Índice de valor de importancia (IVIP) de las plantas visitadas por mariposas en la cuenca alta del río Roble.

Recurso	IVI
Impatiens balsamina	733.53
Tournefortia sp.	679.53
Psychotria sp.	515.87
Baccharis sp.	437.83
Gurania sp.	342.92
Dicliptera sp.	274.96
Bidens aff. *pilosa*	217.79
Pavonia sp.	215.09
Myrtaceae	205.90
Erato vulcanica	199.50
Rubiaceae	186.03
Lantana camara	157.18
Podocarpus sp.	142.14
Cyperaceae	138.46
Salvia sp.	127.22
Inga sp.	126.99
Melastomataceae	126.96
Taraxacum officinale	122.34
Solanum nigrum	68.03
Clibadium asperum	44.05
Verbena sp.	36.61
Pilea sp.	30.30

Tabla 3. Valores de amplitud del nicho trófico en las mariposas de la cuenca alta del río Roble, Bi= Índice de Levin, N1= Muestras con números de granos >10, N2= Muestras (totales) con granos de polen por especie de mariposa.

Mariposa	Bi	N1	N2	Mariposa	Bi	N1	N2
Heliconius clysonimus	6	18	23	*Actinote ozoneme*	1	1	5
Ithomia iphianassa	3,9	5	6	*Eueides procula*	1	1	5
Dione juno	2,6	4	5	*Phantiades paphlagon*	1	1	4
Elzunia humboldtii	2	7	8	*Catasticta flisa*	1	1	3
Necyria incendiaria	2	2	2	*Catasticta tatae*	1	1	3
Danaus plexippus	2	3	4	*Ithomia oenanthe*	1	1	3
Dismorphia medora	2	2	5	*Vanessa virginensis*	1	1	3
Eurema xantochlora	1,9	2	5	*Pteronima* aff. *medellina*	1	1	3
Pterourus cleotas	1,9	2	2	*Ithomia epona*	1	1	3
Eueides edias	1,9	2	5	*Catasticta notha*	1	1	2
Pteronima thabaena	1,9	4	5	*Hypanartia dione*	1	1	2
Oleria cadcana	1,7	4	12	*Leodonta zenobina*	1	1	2
Godyris quinta	1,6	3	7	*Tithorea tarricina*	1	1	2
Eurytides columbus	1,3	2	3	*Ithomia hymentya*	1	1	2
Actinote guatemalena	1,2	2	2	*Dismorphia crisia*	1	1	1
Heliconius charitonia	1,1	2	6	*Dismorphia foedora*	1	1	1
Pteronimia sp. 2	1,1	2	3	*Dismorphia lewyi*	1	1	1
Leptophobia tovaria	1	1	10	*Pseudopieris nehemia*	1	1	1
Heliconius cydno	1	1	6	*Oleria phemonoë*	1	1	1
Lienix nemesis	1	1	6	*Hypanartia lethe*	1	1	1
Phoebis rurina	1	1	6				

DISCUSIÓN

Mariposas y transporte de granos. Hay especies con número promedio alto de granos, entre las cuales figuran: *Heliconius clysonimus* (372.3 granos/individuo), *H. charitonia* (213 granos/individuo), *Phoebis rurina* (188.83 granos/individuo), *Eurytides columbus* (175 granos/individuo), *H. cydno* (173.5 granos/individuo), *Actinote guatemalena* (119 granos/individuo) y *Elzunia humboldtii* (96 granos/individuo). Este grupo (número grande de polen) indudablemente debe jugar un papel importante en la polinización de las plantas con las cuales interactúan. También hay un grupo con número reducido de polen (1-90 granos/individuo) donde aparecen *Actinote anteas, Dismorphia arcadia, D. crisia, D. foedora, D. zanthoe, Leodonta zenobina, Leptotes* sp. y *Vanessa virginensis*. Aunque no se diseñaron procedimientos experimentales para buscar respuestas a estas situaciones, en el plano teórico, se podría aducir que en este caso los resultados pueden estar relacionados con un menor número de visitas a las flores o a que éstas produzcan una gran cantidad de néctar que abastecen los requerimientos energéticos de las mariposas visitantes (Tabla 1, Anexo 1).

Se hallaron dos tipos de granos de polen que son dispersados por el viento (síndrome de anemofilia): Poaceae, con valores bajos en *Eurema xantochlora, Heliconius clysonimus* y *H. cydno,* y los granos de *Podocarpus-*

Pinus sp. que se encontraron en *Eueides edias*, *Eurema xanthochlora*, *Eurytides columbus*, *Godyris quinta*, *H. clysonimus*, *Ithomia epona, I. Iphinasa, Leptophobia caesia, L. tovaria*, *Oleria cadcana* y *Panthiades paplhagon.* Los dos taxones son productores de considerable cantidad de polen (Rangel, en preparación) y su presencia en las cargas de las mariposas podría deberse a las concentraciones altas en el aeroplancton, con lo cual se tipificaría una transferencia accidental o secundaria. Con anterioridad, Muñoz *et al.* (1997) encontraron granos de Poaceae con valores significativos en las cargas polínicas de murciélagos.

Los resultados del análisis de las cargas polínicas de las especies de Heliconinae: *Heliconius clysonimus, H. cydno* y *H. charitonia*, demuestra que utilizan varias plantas como recursos, entre las cuales figuran: *Gurania* sp., *Psychotria* sp., *Lantana camara, Solanum nigrum, Tournefortia* sp. y varias Asteraceae (p.e. *Erato vulcanica*). Gilbert (1972; 1991) había encontrado una relación de exclusividad entre las mariposas de este grupo y *Lantana camara.*

Importancia de las plantas. Si se combinan los valores de visita de las mariposas y los del IVIP, el grupo de plantas más importantes estaría compuesto por *Psychotria* sp., *Impatiens balsamina*, *Gurania* sp., *Baccharis* sp., *Tournefortia* sp., Myrtaceae, *Bidens* aff. *pilosa, Pavonia* sp., *Dicliptera* sp., y *Erato vulcanica.* La mayoría de las poblaciones de estas especies que son visitadas por las mariposas, crecían por lo general en la cercanía de los bordes de los bosques y en algunos casos penetraban hasta unos 100 m al interior de los mismos. Las especies de *Psychotria* y de Myrtaceae por el contrario arraigaban en el interior del bosque.

Hay especies que presentan cierto grado de exclusividad para determinada(s) especie(s) de mariposa(s), como *Inga* sp. (para *Catasticta notha* y *Lienix nemesis*) y *Solanum nigrum* y *Lycium* sp. (para los Ithominos). También se pueden incluir bajo esta consideración a *Pavonia* sp., *Lantana camara, Taraxacum officinale* y *Verbena* sp.

Mariposas más activas en las visitas florales. Las especies más comunes (Tobar-L. 2000) y las que visitaron varios recursos vegetales y portaban el mayor número de granos fueron: *Heliconius clysonimus, Elzunia humboldtii, Heliconius cydno, Leptophobia tovaria, Phoebis rurina* y *Oleria cadcana.*

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Alexander von Humboldt por el aporte económico para la realización del presente trabajo, a la corporación regional del Quindío-CRQ, al Laboratorio de Palinología del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia por su apoyo logístico. Martha Galeano y Carlos Parra determinaron el material vegetal; Giovanni Bogotá colaboró en la determinación palinológica. Los comentarios de Marisol Amaya ayudaron a esclarecer algunos aspectos del manuscrito inicial; Diego Giraldo y German Amat amablemente revisaron el manuscrito.

LITERATURA CITADA

AMAYA-M., M. 1991. Análisis Palinológico de la Flora del Parque Nacional Natural Amacayacu (Amazonas) visitadas por Colibríes (Aves: Trochilidae). Trabajo de Grado. Departamento de Biología - Facultad de Ciencias - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

AMAYA, M., G. STILES & J. O. RANGEL. 2001. Interacción planta-colibrí en Amacayacu (Amazonas, Colombia): una perspectiva palinológica. Caldasia **23**: 301-322.

DEVRIES, P.J. 1987. *Butterflies of Costa Rica and Their Natural History*: Volumen I

(Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae). Princeton University Press, New Jersey.

DeVries, P.J. 1997. *Butterflies of Costa Rica and Their Natural History*: volumen II (Riodinidae). Princeton University Press, New Jersey.

Feinsinger, P. 1987. Approaches to nectarivore-plant interactions in the New World. Rev. Chil. His. Nat. 60: 285-319.

Fiedrich, G. 1991. *Insects and Flowers. The biology of a partnership*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Gilbert, L. E. 1972. Alimentación con polen y biología reproductiva de mariposas *Heliconius*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 69: 1403-1407.

Gilbert, L. E. 1991. Biodiversidad de una comunidad de *Heliconius* en Centro América: patrones, procesos y problemas. En: P.W. Price, T.M. Lewinsohn, G.W. Fernandes & W.W. Benson (eds), *Plant-Animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions*. John Wiley & Sons, Inc. pp. 403-427.

Hooghiemstra, H. 1984. Vegetation and climatic history of the high plain of Bogota, Colombia: a continuos record of the last 3.5 million years. En Van der Hammen. Editor. The quaternary of Colombia. Vol 10: 368 pp.

Ludwing, J.A. & J.F. Reynolds. 1988. *Statical ecology: a primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, Nueva York.

Muñoz-S, Y., A. Cadena & J.O. Rangel-Ch. 1997. Ecología de los murciélagos antófilos del sector La Curia, Serranía de La Macarena (Colombia). Rev. Acad. Colomb. Cienc. E. Fis. Nat. 21 (81): 473-486.

Roubik, D.W. & J.E. Moreno. 1991. Pollen and spores of Barro Colorado island. Monographs in Systematic. Botany. Miss. Bot. Gard. 36: 1-268.

Thomas, D.W. 1988. Analysis of diets of plant-visiting bats. En: T. Kunz (ed.). Ecological and behavioral methods for the study of bats. Smithsonian Institution press, Washington D.C.

Tobar-L, D. 2000. Diversidad de mariposas Diurnas (Lepidoptera: Rophalocera) en la Parte Alta de la Cuenca del Río Roble-Quindío, y sus Hábitos de Polinización. Trabajo de Grado. Departamento de Biología - Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

Weberling, F. 1989. Morphology of flowers and inflorescences. Cambridge University Press, Cambridge.

Recibido: 18/05/2001
Aceptado: 3/09/2001

Anexo 1.

Anexo 1. Número promedio de granos en cada especie de mariposas.

Anexo 1. Número promedio de granos en cada especie de mariposas.

Planta / Mariposa	Dic	Imp	Tou	Gur	Psy	Rub	Bid	Era	Bac	Lyc	Mel	Pav	Myr	Sol	Ing	Lan	Cyp	Ver	Tar	Sid	Cup	Sal	Pod	Vno	Cli	Pil	Poa	Des	Bor	Dau	Vib	
Actinote anteas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Actinote guatemalena	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119
Actinote ozoneme	0	0	0	0	6	0	5	3	15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
Catasticta flisa	0	0	11	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Catasticta notha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
Catasticta tatae	0	3	61	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69
Danaus plexippus	0	12	0	0	55	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84
Dione juno	2	0	0	0	47	0	0	0	0	0	10	0	10	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86
Dismorphia crisia	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
Dismorphia foedora	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Dismorphia lewyi	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
Dismorphia medora	0	0	12	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	33
Dismorphia zanthoe	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Elzunia humboldtii	17	320	0	15	94	0	0	0	0	16	20	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	508
Eueides edias	0	0	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	31
Eueides procula	0	0	0	0	2	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
Eurema xantochlora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	15	3	0	0	0	3	0	0	0	0	35
Eurytides columbus	0	0	186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	217
Godyris quinta	0	0	0	0	212	52	0	0	3	0	15	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	289
Heliconius charitonia	0	3	0	0	187	0	6	0	0	0	10	0	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213
Heliconius clysonimus	746	8	496	471	47	1	233	204	89	150	27	22	23	68	0	0	0	2	17	22	10	0	3	12	4	0	1	0	0	2	0	2658
Heliconius cydno	0	0	0	329	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	340
Hymenintis libethris	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Hypanartia dione	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
Hypanartia lethe	0	166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166
Ithomia epona	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	40
Ithomia hymentya	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69
Ithomia iphianassa	24	0	0	0	0	0	10	20	10	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	105
Ithomia oenanthe	0	0	0	0	62	0	0	0	3	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
Leodonta zenobina	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Leptophobia caesia	0	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Leptophobia tovaria	0	148	0	0	3	4	1	0	1	0	0	0	4	1	0	0	0	0	1	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	169
Leptotes sp.	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Lienix nemesis	0	0	17	1	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
Mesosemia metuana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Necyria incendiaria	15	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
Noraena sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Oleria cadcana	1	56	0	0	23	240	3	0	1	0	5	7	7	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	348
Oleria phemonoë	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
Patricia dercyllidas	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Phantlades paphlagon	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	16
Phoebis rurina	0	480	2	5	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	493
Pseudopieris nehemia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Pteronima aff. *medellina*	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
Pteronima thabaena	135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12	0	26	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	193
Pteronimia sp. 1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	7
Pteronimia sp. 2	0	0	0	0	0	275	0	5	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	294
Pterourus cleotas	0	0	0	0	0	0	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
Pyrrhogyra edocla	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Tegosa anieta	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Tithorea tarricina	0	164	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	165
Vanessa virginensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
Total general	1025	1428	870	845	772	572	281	255	180	169	158	144	103	96	72	70	45	37	36	33	28	27	22	15	10	10	6	3	3	2	1	7318

CONVENCIONES	
Dic	*Dicliptera* sp.
Imp	*Impatiens balsamina*
Tou	*Tournefortia* sp.
Gur	*Gurania* sp.
Psy	*Psychotria* sp.
Rub	Rubiaceae
Bid	*Bidens* aff. *pilosa*
Era	*Erato vulcanica*
Bac	*Bacchalis* sp.
Lyc	*Lycium* sp.
Mel	Melastomataceae
Pav	*Pavonia* sp.
Myr	Myrtaceae
Sol	*Solanum nigrum*
Ing	*Inga* sp.
Lan	*Lantana camara*
Cyp	Cyperaceae
Ver	*Verbena* sp.
Tar	*Taraxacum officinale*
Sid	*Sida poeppigiana*
Cup	*Cuphea* sp.
Sal	*Salvia* sp.
Pod	*Podocarpus-Pinus* sp.
Vno	*Vernonia* sp.
Cli	*Clibadium asperum*
Pll	*Pilea* sp.
Poa	*Poaceae*
Des	*Desmodium sp.*
Bor	*Borreria sp.*
Dau	*Daucus sp.*
Vib	*Viburnum sp.*